

WEBOVÉ ŘÍZENÍ MECHANICKÉHO SYSTÉMU SVĚTĚLNÝM PAPSREM

Web Control of Mechanical System by Light Ray

Ing. Kamil Mrázek

Abstrakt: Tento příspěvek popisuje novou metodu a podmínky pro webové řízení mechanického systému světelným paprskem. Teoretické metody zpracování obrazu, např. RGB schéma a histogramy jsou využity k vytvoření podmínek pro zpracování obrazu z webkamery. IP kamera monitoruje panel vysokosvitivých diod. PHP webserver zpracovává barevné obrázky v závislosti na LED. Problém detekce a zpracování obrázků se svítivými LED jsou vyřešeny i za podmínek dne a noci. Mechanický systém připojený k CTRL V4 webserver je řízený přes Internet, jehož proměnné jsou zpracovávány z detekce obrazu zhasnutých/rozsvícených LED pomocí IP kamery. Žádné fyzické spojení mezi mechanickým systémem a senzory nejsou potřeba. Systém je možné řídit odkudkoliv přes Internet. Výsledkem je také návrh tzv. optického převodníku pro vzdálené řízení mechanického systému přes Internet.

Keywords: zpracování obrazu, webové řízení, světelný paprsek, optický převodník, webkamera

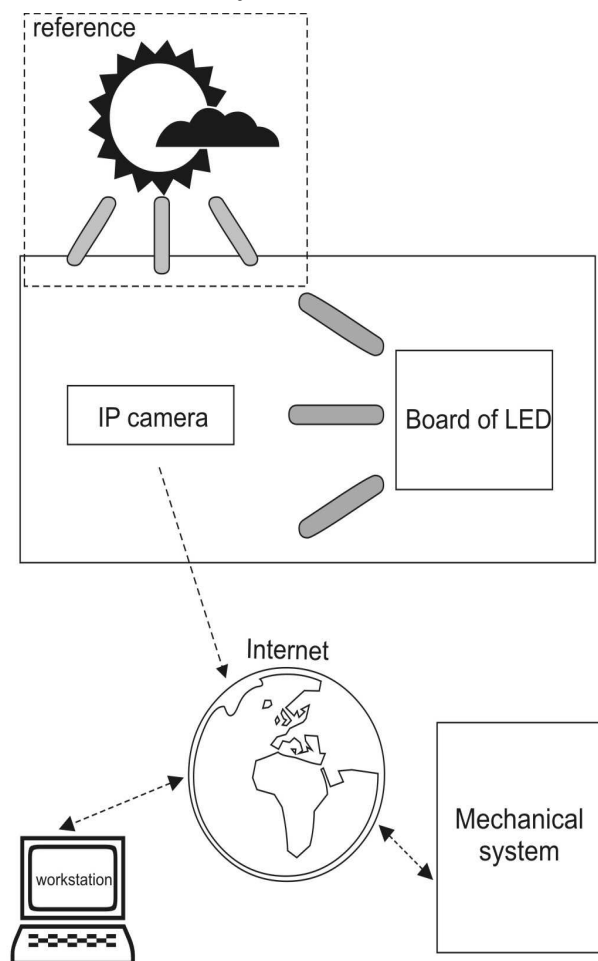
1. Úvod

V poslední době se vzdálené řízení přes internet stává obvyklou záležitostí. Některé návrhy a metody pro spojení řízeného systému přes internet naleznete v [4], [5]. Existují miniwebové procesory, které se využívají pro řízení mechanického systému. Jeden z nich se nazývá CTRL V4. Jeho popis naleznete v [3].

Představme si továrnu, která má mechanický systém, jenž chceme řídit, např. snižovat a zvyšovat otáčky. Tento systém napojíme přes miniwebový server na internet. Jak ho tedy budeme řídit? Vytvoříme panel s LED a můžeme měnit parametry řízení v závislosti na rozsvícení těchto diod. Co je na tom nového? Tento řídicí panel může být v jiné budově, v jiném městě, v jiné zemi. Nepotřebujeme žádnou osobu sedící před řídicím panelem. Jednoduše namíříme webkameru na řídicí panel a monitorujeme rozsvícení diod zpracováním obrázků. Parametry řízené technologie (nebo řízeného systému) jsou automaticky regulované v závislosti na zpracovaných obrazech. Teoretické metody zpracování obrazu lze nalézt v [1]. Můžeme řídit vzdálené technologie nebo monitorovat jejich funkce. Zde využijeme i opačný proces – zhasínat/rozsvěcet diody v závislosti na parametrech řízeného systému.

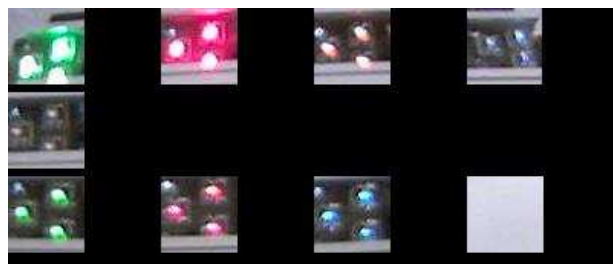
K programování řídicích příkazů je možno využít odlišné webové programovací jazyky. PHP je nejrozšířenější jazyk a užitečný pro řízení přes internet [1]. Tento příspěvek se zabývá metodou bezkontaktního řízení s využitím zpracování obrazu, miniwebového procesoru CTRL V4 a PHP.

2. Návrh metody



Obr. 1 - Schéma

Každá LED na panelu (obr. 2) se bude kontrolovat samostatně. Proto vyřizneme okolí každé LED (např. ve tvaru čtverce o velikosti strany 50px) – obr. 3



Obr. 3 – obrazy LED odděleně

První výhodou této metody je, že není potřeba fyzické propojení (kabely). Další výhodou je jednoduché seřizování webové kamery, nízké náklady. Také mechanický systém je řízený automaticky.



Obr. 2 – Panel LED

Svítilivost závisí na světelných podmínkách. Jestliže chceme zjistit, které diody svítí a které ne, potřebujeme robustní řešení. Tudíž se musíme také zabývat světelnými podmínkami ve dne a v noci.

Velikost okolí zpracování diody bude různá ve dne a v noci, protože LED ve dne svítí odlišně. Okolí diody je nezávislá oblast (nový obrázek). Zpracováváme všechny tyto obrázky samostatně. Pokud je LED zapnuta, obrázek je světlý. Pokud je LED vypnuta, obrázek je tmavý.

3. RGB, histogram

Použijeme barevný histogram pro detekci podmínek zpracování obrazu a analyzujeme každý obrázek v RGB modelu. Vytvoříme histogram pro obraz kolem každé LED.

R,G,B složku zjistíme z PHP funkce „imagecolorat“ pixel po pixelu.

```
$rgb = imagecolorat($image, $sx, $sy);
```

```
$r = ($rgb >> 16) & 0xFF;
```

```
$g = ($rgb >> 8) & 0xFF;
```

```
$b = $rgb & 0xFF;
```

Postup pro vytvoření histogramu:

R – hodnota červené barvy v RGB (0..255)

G - hodnota zelené barvy v RGB (0..255)

B - hodnota modré barvy v RGB (0..255)

BR – sloupec jedné barvy v histogramu

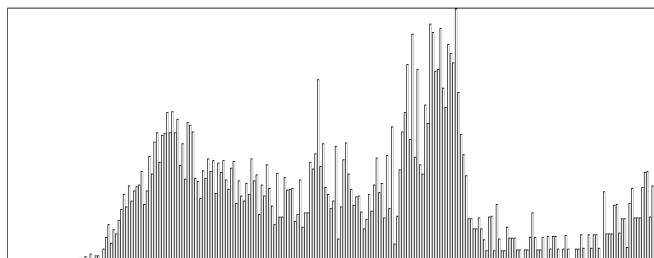
Pro každý bod na obrázku:

Smyčka {

$$PX = \text{round}\left(\frac{R + G + B}{3}\right)$$

$$BR[PX]_{+} = \frac{PX}{TPX}$$

}, kde TPX je součet bodů obrázků, BR je pole a PX je pozice v poli



Obr. 4 – histogram

Hodnota pro podmínky:

```
max=0
```

```
loop for i=0..255
```

```
{
```

```
if BR[i]>max
then
max=BR[i]
and MXBR[i]=max
and MX=i;
and array MPBR[]=max;
}
```

kde i je barva v RGB, pozice pole

4. Podmínky zpracování obrazu pro detekci LED

Dostaneme 5 podmínek pro zjištění rozsvícených/zhasnutých LED.

Podmínka 1:

Histogram je rozdělen na dvě poloviny. První polovina je oblast 0..128, druhá polovina je oblast 129..255 v RGB.

Počet nejvyšších sloupků (součet stejných hodnot v RGB modelu) v první polovině je větší než v druhé polovině => LED nesvítí. V opačném případě LED svítí

$$H_{1p} = \sum MXBR_i, \text{ kde } i \leq 128$$

$$H_{2p} = \sum MXBR_i, \text{ kde } i > 128$$

$H_{1p} < H_{2p}$.. svítí

$H_{1p} > H_{2p}$.. nesvítí

Podmínka 2: Maximální pozice

$MX > 192$ => svítí

$MX < 192$ => nesvítí

Pozice nejvyššího sloupce je větší než 192 => LED svítí. V opačném případě nesvítí.

Podmínka 3: Součet barev

$$TSC = \sum_{i=1}^{n_x} \sum_{j=1}^{n_y} (r_{ij} + g_{ij} + b_{ij})$$

kde i a j jsou pozice bodů v obrázku, a $n_x \times n_y$ je velikost v bodech.

Součet R, G, B složky je větší než 1 400 000 => LED svítí, v opačném případě nesvítí.

Podmínka 4:

Poslední sloupec v histogramu je dvakrát větší než předchozí => LED svítí.

$MPBR[i-1] * 2 < MPBR[i]$.. svítí

MPBR[i-1]*2>MPBR[i] .. nesvítí

Podmínka 5: pouze ve tmě (v noci)

Maximální hodnota sloupce v histogramu je větší než 150 => LED svítí

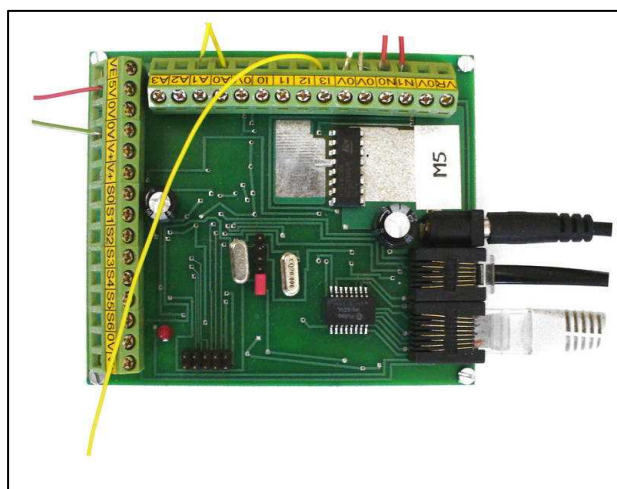
max > 150 => svítí

max < 150 => nesvítí

Podmínky závisí na osvětlení LED panelu, výsledky každé podmínky jsou jejich mírou. Každá podmínka má odlišnou důležitost. Pokud všechny podmínky jsou splněné je pravděpodobnost detekce větší, tomu odpovídá hodnota v procentech. Pokud součet všech podmínek je větší než 50%, pak LED svítí.

Využijeme také druhou webkameru (která je namířena např. ven z okna) jako referenční bod k zjištění, zda je den/noc (světlo/tma). Podle tohoto můžeme měnit hodnoty v podmínkách, což zvyšuje pravděpodobnost správné detekce. V noci LED více září, to znamená také rozšíření detekce oblasti kolem každé LED a změnu měřítka detekce podmínek.

Svítivost závisí také na barvě. LED svítící modře má odlišné vlastnosti než žlutá LED. Například oblast záření modré LED je menší, proto je nutné řešit podmínky pro noc a den, čili tmu a světlo odlišně.



Obr. 5 – CTRL V4

5. Webové řízení mechanického systému na základě obrázků LED

Použijeme miniwebserver CTRL V4 k řízení mechanického systému (obr. 5)

Pokud LED svítí, pak se vyšlou přes HTTP hlavičku parametry do CTRL V4

CTRL V4 je připojeno k internetu a má svou vlastní IP adresu. Rychlost otáček je závislá na tom, kolik LED svítí. Závislost může být lineární, a také lze vytvořit optický převodník.

Pokud je na panelu 8 LED, pak to můžeme využít jako osmibitový převodník.



Obr. 6 – model mechanického systému

Panel je připojen taktéž k miniwebovému procesoru a lze jej využít i opačně k tzv. sledování. Jestliže otáčky jsou vyšší, pak je rozsvíceno více LED.

6. Závěr

Tato metoda může řídit mechanický systém přes internet odkudkoliv. Nepotřebujeme fyzické propojení mezi řídicím místem, řízeným systémem, nepotřebujeme žádné manuální řízení (lidi). Výhodou je také snadné řešení, bez velkých nákladů a bez komplikovaného seřizování. Stačí jen kameru namířit na řídicí místo, ať už je to panel s LED nebo místnost s určitými světelnými prvky.

Literatura

- [1] Russ. C. John (2007): The Image Processing Handbook, Fifth Edition, CRC Press
- [2] Gutmans A., Bakken S., Rethans D. (2005): PHP 5 Power Programming, Prentice Hall
- [3] Klán P., Smid J. (2007): Webprocessors for Measuring, Control and Synchronization, ICOMP 2007, 354 – 359
- [4] D. Hristu-Varsakelis, W.S. Lewine (Eds.) (2005): Handbook of Networked and Embedded Control Systems., Birkhauser
- [5] Sanchez AP, Camalich IS, Arencibia AQ, Rodriguez JC (2008): A General System for Monitoring and controlling via Internet, ICEIS 2008 : Proceedings of the Tenth International Conference on Enterprise Information Systems